

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

Драгунов В.К.

« 16 » июня 2015 г.



Программа аспирантуры

Направление 13.06.01 Электро- и теплотехника

Направленность (специальность) 05.09.10 Электротехнология

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины по выбору

«Инновационные системы электроснабжения и качество
электроэнергии в электротехнологических установках»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.4.2

Всего: 108 часов

Семестр 7, в том числе

6 часов – контактная работа,
84 часа – самостоятельная работа,
18 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника, утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 № 878, и паспорта специальности 05.09.10 «Электротехнология» номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является освоение подходов к построению инновационных систем электроснабжения электротехнологических установок.

Задачами дисциплины являются:

- изучение современных требований к качеству электроэнергии и особенностей электротехнологических установок (ЭТУ) как потребителей электроэнергии;
- овладение методами расчета, моделирования и проектирования современных систем электроснабжения ЭТУ различного назначения.

В процессе освоения дисциплины **формируются следующие компетенции:**

- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
- владение культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
- владение методами математического и физического моделирования электротехнологических процессов и установок (ПК-2);
- готовность осуществлять разработку, структурный и параметрический синтез электротехнологических комплексов и систем, их оптимизацию, разработку алгоритмов эффективного управления (ПК-3);
- готовность разрабатывать способы эффективной и безопасной эксплуатации электротехнологических комплексов и систем (ПК-5).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать **следующие результаты образования:**

знать:

- электрические схемы и состав современного электрооборудования ЭТУ различных видов, методы проектирования современных систем электроснабжения ЭТУ (ОПК-1);
- современные требования к качеству электроэнергии, а также влияние ЭТУ на показатели качества электроэнергии (ПК-5);

уметь:

- самостоятельно разбираться в методиках расчета электрических параметров и выбора электрооборудования ЭТУ (ПК-3);
- разрабатывать схемы питания ЭТУ различного назначения (ПК-5);

владеть:

- современными средствами имитационного моделирования систем электроснабжения ЭТУ (ПК-2);
- навыками расчета электрических параметров и выбора электрооборудования для ЭТУ различного назначения (ОПК-2).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Системы электроснабжения и распределения электроэнергии.

Электротехнологические установки как приемники электроэнергии. Современное электрооборудование печных установок высокого напряжения

Глубокий ввод питания и его применение в электротехнологических установках. Радиальные и магистральные схемы электроснабжения. Положение нейтрали в сетях 380 В, 10 кВ, 35 кВ и 110 кВ. Параметры, характеризующие ЭТУ как потребитель электроэнергии. Электроды сопротивления как приемники электрической энергии. Индукционные плавильные печи как приемники электрической энергии. Дуговые сталеплавильные печи как при-

ёмники электрической энергии. Руднотермические печи как приёмники электрической энергии. Вакуумно-дуговые, электрошлаковые и плазменные печи как приёмники электрической энергии. Категории по надёжности электропитания. Обеспечение питания по категориям, допустимый перерыв в питании. Категории по надёжности электроснабжения для электротермических установок.

Современные высоковольтные выключатели: типы, функции, выбор. Особенности печных выключателей. Механическая и электрическая износостойкость выключателей. Современные комплектные распределительные устройства, их выбор и проверка элементов. Положение выключателя в комплектных распределительных устройствах в разных режимах. Схемы цепей защиты, управления и сигнализации установок с питанием от напряжения выше 1000 В. Выбор и проверка высоковольтных выключателей. Предохранители, разрядники, реакторы, разъединители.

2. Инновационные системы электроснабжения дуговых и руднотермических печей

Силовые схемы питания дуговых сталеплавильных печей малой вместимости. Силовые схемы питания дуговых сталеплавильных печей большой вместимости. Элементы схем питания дуговых сталеплавильных печей. Защиты в установке дуговой сталеплавильной печи. Схемы питания и управления дуговых сталеплавильных печей постоянного тока. Схемы питания и управления вакуумно-дуговых печей. Современные силовые выпрямительные агрегаты. Особенности руднотермических печей. Силовые схемы питания руднотермических печей. Продольная и поперечная компенсация реактивной энергии.

3. Инновационные системы электроснабжения индукционных установок

Системы электроснабжения индукционных плавильных печей. Системы электроснабжения индукционных нагревательных установок. Современ-

ные транзисторные преобразователи частоты для индукционного нагрева. Высокочастотные транзисторные генераторы. Способы симметрирования установок индукционного нагрева. Использование транзисторных преобразователей частоты в качестве симметрирующего устройства для установок индукционного нагрева и плавки. Организация системы электроснабжения индукционной установки при сильно изменяющейся нагрузке.

4. Инновационные системы электроснабжения электрошлаковых печей, электронно-лучевых установок, электрических печей сопротивления

Особенности электрошлаковых печей. Системы электроснабжения электрошлаковых печей. Системы электроснабжения электронно-лучевых установок. Современные источники питания электронно-лучевых установок. Системы питания электрических печей сопротивления.

5. Качество электроэнергии в электротехнологических установках

Показатели качества электроэнергии. Источники возникновения несимметрии в электрических сетях. Меры по устранению несимметрии. Причины появления несинусоидальности напряжения и тока в сети. Нормирование несинусоидальности. Меры по ограничению высших гармоник в сети. Допустимые нормы установившихся отклонений напряжения в электросетях. Влияние отклонения напряжения на ЭТУ. Меры по поддержанию напряжения в ЭТУ. Допустимые нормы отклонения частоты в электросетях. Причины возникновения этих отклонений. Понятие фликкера. Нормирование фликкера. Причины возникновения фликкера.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

7 семестр – дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и для проведения зачета

1. Современные дуговые сталеплавильные печи как приёмники электрической энергии.
2. Руднотермические печи как приёмники электрической энергии.
3. Вакуумно-дуговые, электрошлаковые и плазменные печи как приёмники электрической энергии.
4. Глубокий ввод питания, в каких электротехнологических установках он применяется? Радиальные и магистральные схемы электроснабжения.
5. Современные комплектные распределительные устройства, их выбор и проверка элементов. Положение выключателя в КРУ в разных режимах.
6. Показатели качества электроэнергии. Требования к качеству электроэнергии.
7. Допустимые нормы отклонения частоты в электросетях. Причины возникновения этих отклонений.
8. Что такое фликкер? Как он нормируется? Причины возникновения фликкера.
9. Схема цепей защиты, управления и сигнализации с питанием от напряжения свыше 1000 В.
10. Допустимые нормы установившихся отклонений напряжения в электросетях. Влияние отклонения напряжения на ЭТУ. Меры по поддержанию напряжения в ЭТУ.
11. Источники возникновения несимметрии в электрических сетях. Меры по устранению несимметрии.
12. Причины появления несинусоидальности напряжения и тока в сети. Как характеризуется и нормируется несинусоидальность? Меры по ограничению высших гармоник в сети.
13. Индукционные плавильные печи как приёмники электрической энергии.

14. Силовая схема питания современной дуговой сталеплавильной печи, её элементы. Защиты в установке ДСП.
15. Силовая схема питания РТП, её элементы. Продольная и поперечная компенсация реактивной энергии.
16. Математическое моделирование современных систем электроснабжения электротехнологических установок.

Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы шестого и седьмого изданий с изменениями и дополнениями по состоянию на 1 января 2010 года. – М.: Кнорус, 2010.
2. Родина Л.С. Теория эксперимента в электроснабжении: учеб. пособие по курсу "Инженер. эксперимент" для студентов, обучающихся по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / Л. С. Родина ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Моск. энергет. ин-т (Техн. ун-т). Москва, 2012.

Дополнительная литература:

3. Электротехнический справочник. В 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии / под общ. ред. профессоров МЭИ: В.Г. Герасимова и др. – М.: Издательство МЭИ, 2009.
4. Электротехнический справочник. В 4 т. Т. 4. Использование электрической энергии / под общ. ред. профессоров МЭИ: В.Г. Герасимова и др. (гл. ред. А.И. Попов). – 9-е изд. – М.: Издательство МЭИ, 2009.

5. Шеховцов В.П. Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению. Москва, 2008.
6. Головин В.А. Измерительная техника в электроснабжении (методы и приборы): учебное пособие для студентов МЭИ (ТУ), обучающихся по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / В. А. Головин ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Московский энергетический ин-т (технический ун-т). Москва, 2008.
7. Кудрин Б. И. Электроснабжение потребителей и режимы : учебное пособие для вузов / Б. И. Кудрин, Б. В. Жилин, Ю. В. Матюнина . – М. : Изд. дом МЭИ, 2013. 412 с.

ЛИЦЕНЗИОННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

MATLAB / Simulink.